

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 0 730 106 A1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
04.09.1996 Patentblatt 1996/36

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: **F16D 65/02**

(21) Anmeldenummer: 96100382.9

(22) Anmeldetag: 12.01.1996

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
DE FR GB IT SE

(30) Priorität: 01.03.1995 DE 19507102

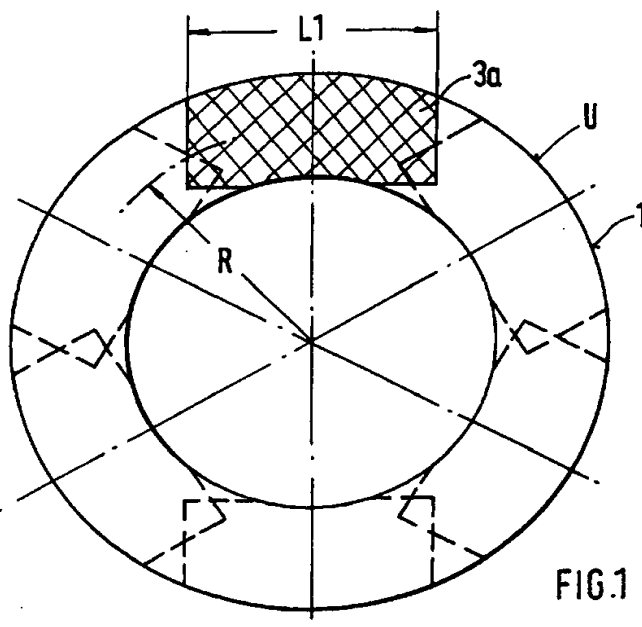
(71) Anmelder: **Dr.Ing.h.c. F. Porsche**  
**Aktiengesellschaft**  
**D-70435 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder: **Kappich, Joachim**  
**D-75378 Bad Liebenzell (DE)**

(54) **Scheibenbremse**

(57) Es wird eine Scheibenbremse für ein Kraftfahrzeug beschrieben, die entsprechend dem Umfang der Bremsscheibe einen Bremsbelag umfaßt, der im Ver-

hältnis zu diesem Umfang eine bestimmte Länge aufweist.



EP 0 730 106 A1

**BEST AVAILABLE COPY**

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Scheibenbremse nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Bei Bremsanlagen für Kraftfahrzeuge mit Scheibenbremsen sind bei einem Bremsvorgang besonders hochfrequente Quietschgeräusche störend. Diese treten meist bei niedrigen Bremsdrücken auf, wie sie bei Bremsungen im Stadtverkehr oder bei "stop-and-go" üblich sind. Ein quietschendes Fahrzeug vermittelt einen qualitativ schlechten Eindruck und wird in zunehmendem Maße vom Kunden nicht akzeptiert.

Die Bearbeitung von Bremsquietschproblemen wird besonders durch die oft wechselnden Randbedingungen, wie Temperatur, Luftfeuchte erschwert. Auch haben die den steigenden Fahrzeugleistungen angepassten Bremsen sowie der Leichtbau im Fahrwerkbereich einen Einfluß auf das Entstehen von Quietschgeräuschen beim Bremsen.

Es besteht eine Systemproblematik an der Bremsanlage, da vielzählige Bauteileigenresonanzen sowie verschiedene Bauteilkopplungen bestehen und die breitbandige Anregung durch Reibkräfte ein komplexes Schwingungssystem ergeben. Hauptbauteile dieses Schwingungssystems sind die Bremsscheibe und die Bremsbeläge, welche die beiden Reibpartner darstellen und somit die Stelle der Energieeinführung für eine Geräuscentstehung bilden. Die Bremsscheibe besitzt ausgeprägte Eigenresonanzen mit geringen Dämpfungswerten mit Grundschwingungen und Oberwellen. Die Reibwerte und die Elastizität der Reibbeläge bestimmen die Anregung der Kopplungseigenschaften zwischen der Bremsscheibe und dem Bremssattel. Als Führung und Widerlager für die Bremsbeläge kommt dem Bremssattel auch eine besondere Rolle bezüglich des gesamten Schwingungssystems zu. Die weiteren im Kraftfluß liegenden Bauteile, wie Radnabe, Radlager und Radträger müssen bei der Lösung von Geräuschproblemen ebenfalls bewertet werden. Die Radnabe bestimmt über ihre Länge die in den Radträger eingeleiteten Momente.

Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Bremsanlage mit einer Bremsscheibe so abzustimmen, daß Quietschgeräusche beim Bremsvorgang über die Bremsbeläge aufgehoben bzw. vermindert werden können.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Weitere vorteilhafte Merkmale beinhalten die Unteransprüche.

Die mit der Erfindung hauptsächlich erzielten Vorteile bestehen darin, daß durch ein bestimmtes Verhältnis von Bremsbeläglänge zum Bremsscheibenumfang bzw. dem mittleren Umfang der wirkenden Reibfläche, die Quietschgeräusche abgebaut bzw. so weit vermindert werden können, daß sie akustisch nicht mehr hörbar sind, wobei die Beläge als Bandpaßfilter für die Eigenresonanzen der Bremsscheibe wirken.

Die Länge der Bremsbeläge ist so ausgelegt, daß sie bei einer Zweikolben-Hinterachsbremse eine Länge von  $1/6$  des Umfangs der Bremsscheibe aufweisen. Bei einer Vierkolben-Hinterachsbremse beträgt die Länge der Bremsbeläge annähernd  $1/8$  des Bremsscheibenumfangs. Die Bremsbeläge sollen sich überlappen, damit ein sich ausbildender Schwingungsbauch am Bremsscheibenrand, der sich S-förmig verformenden Bremsscheibe teilweise von den Bremsbelägen überdeckt wird.

Die Bremsscheibe wird beim Bremsen zu einer axialen Plattenschwingung mit mehreren, beispielsweise acht Knoten, angeregt, wobei die Amplituden im Bereich des Scheibenein- und -auslaufes ein Maximum aufweisen. Dabei verformt sich der äußere Bremsscheibenrand S-förmig. Die Bremsbeläge folgen dieser S-förmigen Bewegung und werden zusätzlich in tangentialer Richtung zur Bremsscheibe hin gegenphasig angeregt. Harmonisch zur Bewegung der Bremsscheibe und den Bremsbelägen schwingt der Bremssattel als Parallelogramm mit. Bremssattel und Radträger schwingen als ein Bauteil. Die auftretenden Beschleunigungen und die damit verbundenen Bewegungen sind ähnlich groß wie am Bremssattel selbst. Der Radträger ist oft besonders am bremscheibenauslaufseitigen Verschraubungspunkt in axialer Richtung empfindlich. So ist bei einer Vierkolben-Bremse die auftretende Verformungsschwingung derjenigen der Zweikolben-Bremse sehr ähnlich. Die Bremsscheibe wird in der zweiten Ordnung, d.h. zu einer Sechsknotenschwingung angeregt. Die höchsten Beschleunigungswerte treten dabei im Bremscheibenauslauf auf.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden im folgenden näher beschrieben.

Es zeigen

- Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Bremsscheibe einer Vierkolben-Bremse mit Bremsbelag,
- Fig. 2 eine Draufsicht zu Fig. 1 auf die Bremsscheibe, welche beim Bremsvorgang mit einer S-förmigen Schwingung dargestellt ist,
- Fig. 3 eine schematische Ansicht auf eine Bremsscheibe einer Zweikolben-Bremse mit Bremsbelag und
- Fig. 4 eine Draufsicht zu Fig. 3 mit einer beim Bremsen zu einer S-förmigen Schwingung angeregten Bremsscheibe.

In den Fig. 1 und 3 ist schematisch eine Bremsscheibe 1 mit einem Bremsbelag 3; 3a dargestellt. Die Bremse gemäß der Fig. 1 und 2 weist vier Bremskolben 4, 4a bis 4c und die Bremse gemäß der Fig. 2 und 3 weist zwei Bremskolben 5; 5a auf. In den Draufsichten gemäß der Fig. 2 und 4 der Bremsscheibe sind diese beim Bremsvorgang mit einer einnehmenden S-förmigen Schwingung dargestellt.

Die Länge  $L$ ;  $L_1$  der Bremsbeläge 3; 3a bei einer Zweikolben-Bremse beträgt annähernd  $1/8$  des Scheibenumfanges  $U$ . Der Umfang  $U$  kann auch auf dem Radius  $R$  liegen, d.h. mittig der wirkenden Reibfläche der Bremsscheibe.

Die Bremsbeläge sollen sich überlappen, so daß bei S-förmiger Schwingungsform die Schwingungsbäuche  $S$  teilweise oder ganz überdeckt sind.

In den Fig. 1 und 3 sind neben den Bremsbelägen 3 zur Veranschaulichung weitere Bremsbeläge in gestrichelten Linien eingezeichnet, die die Aufteilung über den Umfang  $U$  der Bremsscheibe darstellen sollen.

Bei einer kleinen Zweikolben-Bremse liegt die Quietschresonanzfrequenz beispielsweise bei 2,8 kHz und eine Acht-Knotenschwingung der freien Bremsscheibe bei 3,3 kHz. Mit einer steiferen Bremsscheibe (Acht-Knotenschwingung bei 3,3 kHz) zeigt die Bremse eine um den gleichen Betrag von 0,5 kHz erhöhte Quietschfrequenz.

Bei der großen Vierkolben-Bremse ist ebenfalls eine Frequenzverschiebung von der freien Eigenschwingung (Sechs-Knotenschwingung 2,2 kHz) zur Quietschfrequenz 1,9 kHz vorhanden. Die Verschiebung zu einer tieferen Quietschresonanzfrequenz kommt durch die dynamische Ankopplung der Bremsbelag- und Bremssattelmasse an der Bremsscheibe zustande.

Aus dem Spektrum der freien Scheibenschwingungen tritt immer nur eine Frequenz verschoben um den Anteil der Massenankopplung auf. Welche dieser Schwingungsmoden aus dem Spektrum quietschrelevant ist, wird durch das Verhältnis von Bremsscheibenumfang  $U$  und Belaglänge  $L$ ;  $L_1$  bestimmt.

Bei der kleinen Zweikolben-Bremse (Acht-Knotenschwingung) paßt die Belaglänge ca. acht Mal auf den Umfang der Bremsscheibe 1. Die Belaglänge  $L_1$  der Vierkolben-Bremse kann sechs Mal auf den Bremsscheibenumfang  $U$  verteilt werden, d.h. die Belaglänge  $L_1$  wird als sog. Bandpaßfilter für die Eigenresonanzen der Bremsscheibe 1 und legt somit die Quietschresonanzfrequenz fest.

Die Entstehung der Koppelresonanz läßt sich durch eine Messung bestätigen. Genau in dem Bremsdruckbereich, in dem das Bremsenquietschen auftritt, bricht die Scheibenresonanz (sechs Knoten, 2,2 kHz) zusammen und es entsteht eine neue Resonanz bei 1,9 kHz, die Quietschresonanzfrequenz. Die Breite der neuen Resonanz entspricht genau der Streuung des Quietschgeräusches.

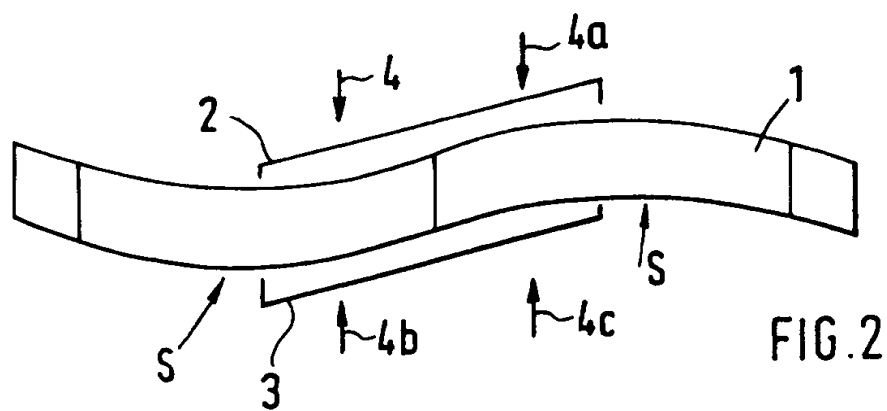
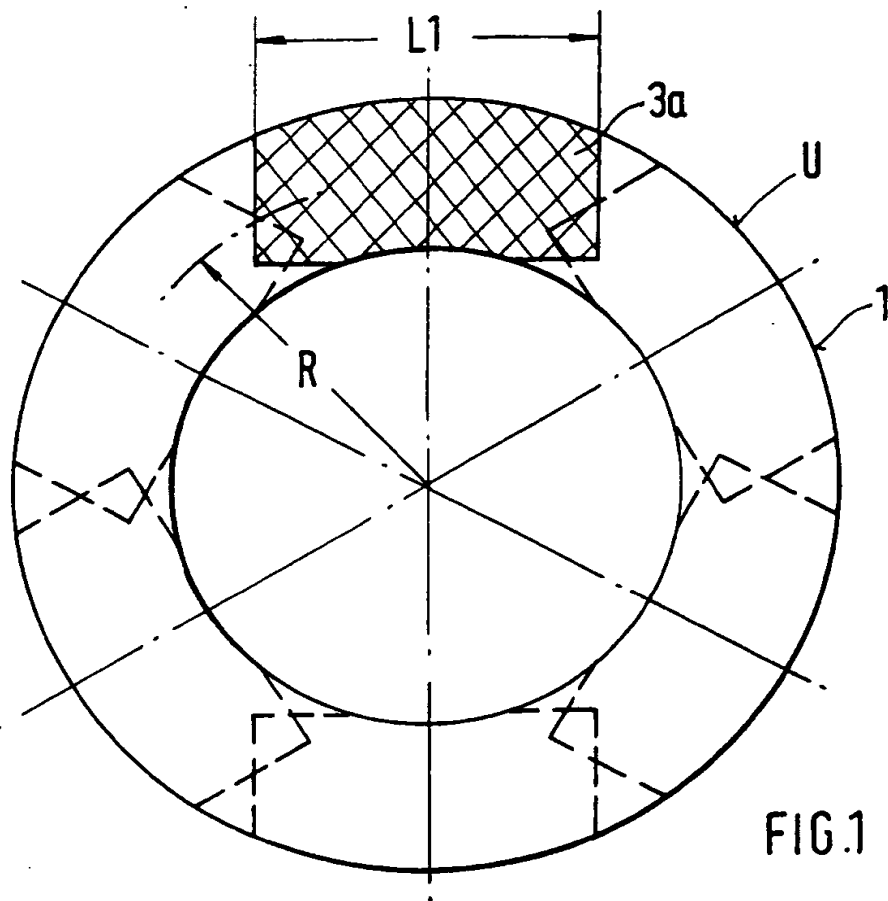
#### Patentansprüche

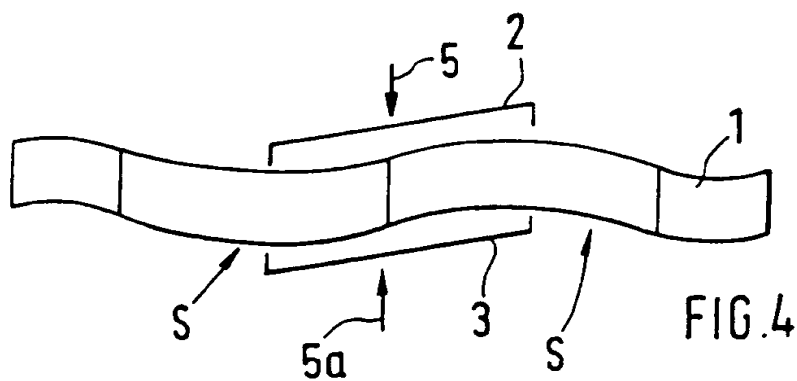
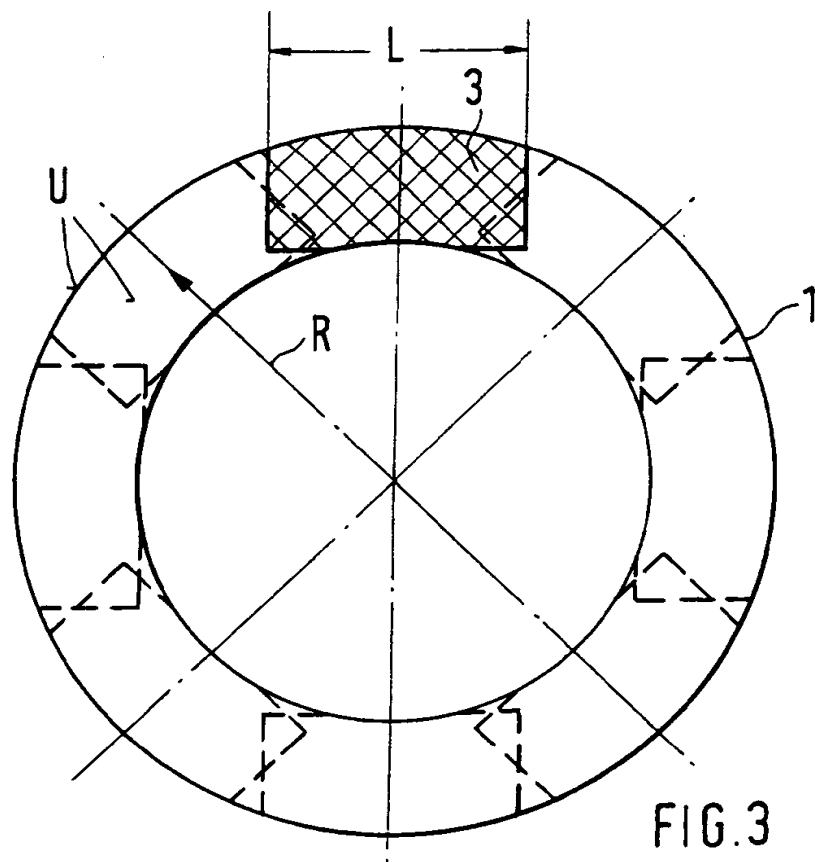
1. Scheibenbremse für ein Kraftfahrzeug mit einer Bremsscheibe, die in einem Bremssattel beidseitig mit Bremsbelägen in Eingriff bringbar sind und die Bremsbeläge zum Bremsen von mindestens zwei Bremskolben beaufschlagbar sind, dadurch gekennzeichnet, daß ein Verhältnis von Bremsbelaglänge ( $L$ ;  $L_1$ ) zum Bremsscheibenumfang ( $U$ )

gebildet wird, derart, daß die ein Bremsenquietschen verursachende und in Abhängigkeit vom Bremsendruck entstehende Quietschresonanzfrequenz über die Länge ( $L$ ;  $L_1$ ) der Bremsbeläge (3; 3a) vermindert ist und die Beläge als Bandpaßfilter für die Eigenresonanzen der Bremsscheibe (1) ausbildbar sind.

2. Scheibenbremse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Bremsbeläge (3) eine solche Länge ( $L$ ) aufweisen, daß bei einer Bremse mit jeweils gegenüberliegenden Bremskolben (5, 5a) an den Bremsbelägen (3) diese etwa eine Länge ( $L$ ) von etwa  $1/6$  des Bremsscheibenumfanges ( $U$ ) aufweisen.
3. Scheibenbremse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Bremsbeläge (3a) eine solche Länge ( $L_1$ ) aufweisen, daß bei einer Bremse mit jeweils zwei gegenüberliegenden Bremskolben (4, 4a und 4b, 4c) diese eine Länge ( $L_1$ ) von etwa  $1/8$  des Bremsscheibenumfanges ( $U$ ) aufweisen.
4. Scheibenbremse nach den Ansprüchen 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Bremsbeläge (3; 3a) im Verhältnis so gewählt sind, daß eine teilweise Überdeckung der Beläge (3; 3a) über den Umfang ( $U$ ) der Bremsscheibe (1) erfolgt.

BEST AVAILABLE COPY





BEST AVAILABLE COPY



Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 96 10 0382

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	DE-C-37 36 126 (PORSCHÉ) -----		F16D65/02
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			F16D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchesort BERLIN		Abschlußdatum der Recherche 30.April 1996	
		Prüfer Ludwig, H.J.	
<p><b>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</b></p> <p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet  Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie  A : technologischer Hintergrund  O : mchtschriftliche Offenbarung  P : Zwischenliteratur</p> <p>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze  E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist  D : in der Anmeldung angeführtes Dokument  L : aus andern Gründen angeführtes Dokument</p> <p>.....  &amp; : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>			

EPO FORM 1503 01.82 (P04C03)